



**JOURNAL OF TOURISM,
HOSPITALITY AND
ENVIRONMENT MANAGEMENT
(JTHEM)**

www.gaexcellence.com/jthem



STRATEGI PENGURUSAN PEMBAJAAN TANAMAN MANGGA: INTEGRASI DATA KESUBURAN TANAH DAN KLIMATOLOGI

MANGO CROP FERTILIZATION MANAGEMENT STRATEGY: INTEGRATION OF SOIL FERTILITY AND CLIMATOLOGY DATA

Anizah Mohd Salleh^{1*}, Ahmad Azam Abdul Somad², Mohamad Alif Nasnawi Abdullah³,
Faizah Abu Kassim⁴, Shafeeqa Shahrudin⁵

¹Jabatan Sains Pertanian, Fakulti Teknikal dan Vokasional, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia

 anizah.ms@ftv.upsi.edu.my

 <https://orcid.org/0000-0002-9890-5478>

²Jabatan Sains Pertanian, Fakulti Teknikal dan Vokasional, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia

 d20241113896@siswa.upsi.edu.my

 <https://orcid.org/0009-0008-2331-2820>

³Jabatan Sains Pertanian, Fakulti Teknikal dan Vokasional, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia

 d20241113915@siswa.upsi.edu.my

 <https://orcid.org/0009-0002-7243-5647>

⁴Jabatan Sains Pertanian, Fakulti Teknikal dan Vokasional, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia

 faizah@ftv.upsi.edu.my

 <https://orcid.org/0000-0001-5730-5276>

⁵Jabatan Sains Pertanian, Fakulti Teknikal dan Vokasional, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia

 shafeeqa@ftv.upsi.edu.my

 <https://orcid.org/0000-0002-5160-8425>

*Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 07.12.2025

Revised date: 22.12.2025

Accepted date: 16.02.2026

Published date: 05.03.2026

Abstrak:

Kajian ini bertujuan menentukan strategi pengurusan pembajaan yang tepat untuk tanaman mangga varieti MA 224 (Chokanan) di tanah bekas lombong, Tasik Utama Kampus Sultan Azlan Shah, Universiti Pendidikan Sultan Idris. Metodologi kajian melibatkan pendekatan kuantitatif berasaskan reka bentuk eksperimen terhadap 73 sampel pokok mangga dengan 2 strategi pembajaan yang dilaksanakan dalam

To cite this document:

Salleh, A. M., Somad, A. A. A., Abdullah, M. A. N., Kassim, F. A., & Shahrudin, S. (2026). Strategi Pengurusan Pembajaan Tanaman Mangga: Integrasi Data Kesuburan Tanah Dan Klimatologi. *Journal of Tourism Hospitality and Environment Management*, 11(43), 174-190.

tempoh 1 tahun (Mei 2024 hingga April 2025). Dapatan kajian tertumpu pada penilaian kesuburan tanah dan pola cuaca tempatan untuk membangunkan strategi pembajaan yang bersesuaian dan berasaskan bukti. Analisis tanah menunjukkan kawasan penanaman mangga adalah bersifat berasid sederhana (pH 5.3–5.4), kandungan bahan organik dan kalium yang sangat rendah, serta tekstur berpasir (60–65% pasir halus). Analisis cuaca bagi tempoh Mei 2024 hingga April 2025 merekodkan suhu purata 27.2–28.7°C dan taburan hujan bermusim, dengan bulan Disember 2024 dan Januari 2025 adalah paling lembap (>250 mm/bulan). Berdasarkan dapatan ini, 2 strategi pembajaan organik dicadangkan: (i) penggunaan Baja Organik Bioaktif Diptia dengan foliar Bio-Grow untuk meningkatkan aktiviti mikroorganisma dan ketersediaan fosforus; dan (ii) penggunaan Baja FN Rich Bio-Organik dengan foliar Bio-Grow untuk membekalkan kalium, kalsium dan bahan organik kepada tanah berpasir. Sudut pandang baharu kajian ini terletak pada pemilihan jenis bahan pembajaan organik dan bioaktif yang spesifik untuk mengatasi ciri ekstrem tanah bekas lombong. Integrasi data kawasan penanaman mangga yang spesifik dengan strategi pembajaan organik-bioaktif dapat menjadi model lestari untuk rehabilitasi tanah di ekosistem yang sudah rentan dengan tanaman bernilai ekonomi. Kesimpulannya, strategi pembajaan berasaskan analisis tanah dan cuaca yang spesifik kepada kawasan penanaman adalah penting untuk mengatasi kekurangan nutrisi tanah bermasalah dan mencapai pertumbuhan optimum tanaman mangga.

DOI:10.35631/JTHEM.1143011

Kata Kunci:

Baja Organik, Kesuburan Tanah, Pola Cuaca, Strategi Pembajaan, Tanaman Mangga

Abstract:

This study aims to determine an appropriate fertilization management strategy for MA 224 (Chokanan) mango trees in ex-mining soil at the Main Lake of Sultan Azlan Shah Campus, Sultan Idris Education University. The study methodology involves a quantitative approach based on experimental design on 73 mango tree samples with 2 fertilization strategies implemented over a period of 1 year (May 2024 to April 2025). The study findings focus on assessing soil fertility and local weather patterns to develop appropriate and evidence-based fertilization strategies. Soil analysis shows that the mango growing area is moderately acidic (pH 5.3–5.4), very low in organic matter and potassium, and sandy texture (60–65% fine sand). Weather analysis for the period May 2024 to April 2025 recorded an average temperature of 27.2–28.7°C and seasonal rainfall, with December 2024 and January 2025 being the wettest months (>250 mm/month). Based on these findings, two organic fertilization strategies are proposed: (i) the use of Diptia Bioactive Organic Fertilizer with Bio-Grow foliar to enhance microbial activity and phosphorus availability; and (ii) the use of FN Rich Bio-Organic Fertilizer with Bio-Grow foliar to supply potassium, calcium, and organic matter to sandy soil. The new perspective of this study lies in the selection of specific types of organic and bioactive fertilizers to overcome the extreme characteristics of former mine soils. The integration of data from specific mango planting areas with organic-bioactive fertilization strategies can be a sustainable model for soil rehabilitation in vulnerable ecosystems with economically valuable crops. In conclusion, fertilization based on site-specific soil and

weather analysis is crucial for addressing nutrient deficiencies in problematic soil and achieving optimal growth of mango trees.



© The authors (2026). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits non-commercial re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. For commercial re-use, please contact jthem@gaexcellence.com

Keyword:

Fertilization Strategy, Mango Cultivation, Organic Fertilizer, Soil Fertility, Weather Pattern

Pengenalalan

Isu dalam pembajaan tanaman merupakan aspek penting dalam pertanian secara konvensional yang memerlukan perhatian serius. Ia bermula daripada keadaan semasa tanah tapak tanaman mangga di kawasan tasik utama Kampus Sultan Azlan Shah, Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI) iaitu tanah yang digali. Maka, tanah kawasan tersebut dikategorikan sebagai kawasan tanah bermasalah iaitu tanah bekas lombong. Tanah bermasalah ini mempunyai kecenderungan untuk berhadapan dengan masalah larut lesap iaitu ketidakupayaan struktur tanah untuk menyerap nutrisi atau bahan kimia yang akan larut dalam air lalu mengalir ke lapisan tanah yang lebih dalam. Masalah larut lesap juga boleh berlaku semasa pengaplikasian baja berikutan penggunaan kuantiti baja yang berlebihan atau tidak seimbang (Ashitha et al., 2021). Pemberian dos baja yang melebihi keperluan tanaman akan menyebabkan peningkatan kos pembajaan dan mengganggu keseimbangan pH tanah. Kesannya, tanah menjadi terlalu berasid atau terlalu beralkali (Kissel et al., 2020). Ketidakseimbangan pH tanah ini akan menghalang pertumbuhan tanaman yang sihat dan mengganggu penyerapan nutrien oleh akar tanaman, lalu menyebabkan berlakunya pencemaran air di kawasan tasik utama tapak tanaman mangga. Ini disebabkan oleh perubahan struktur dan ekosistem tanah yang mempengaruhi aktiviti mikroorganisma tanah dan kepelbagaian biologi tanah (Tibbett et al., 2019).

Lebih penting lagi, larut lesap juga dipengaruhi oleh faktor cuaca seperti hujan lebat atau pengairan yang berlebihan (Martinez-Feria et al., 2019). Hal ini kerana penerimaan air yang berlebihan boleh melarutkan nutrien dan menyebabkannya mengalir ke luar tanah sebelum tanaman dapat menyerap nutrien tersebut. Sebagai kesan, berlakunya masalah pencemaran sumber air bawah tanah dan kehilangan kesuburan tanah bagi jangka masa panjang (Markovic et al., 2021). Ini menunjukkan kepentingan dalam menyusun jadual pembajaan yang sesuai dengan keperluan tanaman dan faktor-faktor persekitaran yang berkaitan. Sementara itu, kebergantungan tanaman terhadap baja luaran pula akan menyebabkan kehilangan keupayaan untuk menyerap nutrien dari tanah secara semula jadi (Nadarajan & Sukumaran, 2021). Situasi ini menyebabkan tanaman menjadi kurang tahan terhadap kekurangan nutrien semasa berlakunya musim kemarau atau semasa berhadapan dengan masalah tanah. Kebergantungan terhadap baja untuk setiap musim tanaman juga secara tidak langsung akan meningkatkan kos pengeluaran tanaman.

Oleh itu, penyelidikan terhadap strategi pembajaan yang bertepatan dengan keperluan tanaman dan faktor tanah perlu diberi perhatian termasuk amalan pertanian yang mampan, pemantauan nutrien tanah, dan penggunaan baja secara bijak. Situasi ini penting untuk memastikan kesan jangka panjang kepada kelestarian alam sekitar, kesihatan tanaman, dan keselamatan manusia. Rentetan daripada itu, kajian ini merangkumi tiga objektif kajian iaitu (i) untuk menentu tahap kesuburan tanah tapak tanaman mangga di kawasan tasik utama Kampus Sultan Azlan Shah,

UPSI, (ii) untuk menilai pola cuaca bagi kesesuaian tanaman mangga di kawasan tasik utama Kampus Sultan Azlan Shah, UPSI, dan (iii) untuk membangun strategi pembajaan efektif berdasarkan faktor tanah dan faktor cuaca tapak tanaman mangga di kawasan tasik utama Kampus Sultan Azlan Shah, UPSI. Kajian ini diharap dapat memberi sumbangan dari segi cadangan strategi pembajaan efektif yang bersifat kontekstual untuk mengatasi masalah spesifik tanah bekas lombong yang digunakan sebagai kawasan penanaman mangga. Keunikan kajian ini dapat dijelaskan pada pendekatan holistik yang mengintegrasikan tiga elemen kritikal iaitu pendekatan pemulihan organik, analisis cuaca tempatan, dan pembajaan spesifik-tapak dalam menghubungkan amalan pertanian baik dan kelestarian ekosistem tempatan.

Konteks Penanaman Mangga

Penanaman pokok buah-buahan melibatkan strategi yang berbeza berdasarkan keperluan tanah, cuaca, serta keperluan pasaran tempatan dan antarabangsa. Pemilihan jenis buah-buahan yang sesuai untuk ditanam pula adalah berdasarkan faktor-faktor seperti iklim, tanah, dan kebolehpercayaan pasaran agar memberi pulangan kepada industri pertanian negara (Deori et al., 2024). Ini melibatkan analisis permintaan pasaran tempatan dan antarabangsa, penentuan harga yang berpatutan, serta strategi pemasaran yang berkesan bagi memastikan produk buah-buahan dapat dijual dengan baik. Sementara itu, strategi penanaman buah-buahan melibatkan pengurusan tanah dan sumber daya secara berkesan. Ini termasuklah pemilihan lokasi yang sesuai, amalan penanaman yang betul, serta penggunaan teknologi dan input pertanian yang tepat bagi memastikan hasil yang optimum. Pada waktu yang sama, penanaman buah-buahan juga perlu mengambil kira isu-isu kelestarian alam sekitar dan kesan jangka panjang terhadap persekitaran. Antaranya ialah amalan pertanian yang lestari, pengurangan penggunaan bahan kimia berbahaya, serta pemuliharaan habitat hidupan liar yang penting untuk keseimbangan ekologi (Rahman et al., 2021).

Bersangkutan dengan hal itu, tanaman pokok buah-buahan memainkan peranan yang penting dalam menyokong ekonomi pertanian di Malaysia. Salah satunya ialah tanaman mangga (*Mangifera indica*) yang merupakan antara 21 jenis buah-buahan utama Malaysia dengan keluasan 4707 hektar (Jabatan Pertanian Malaysia, 2022). Keluasan tanaman mangga ini dikesan sebagai antara 10 jenis buah-buahan yang paling banyak ditanam oleh rakyat Malaysia dengan purata 2.6% dan dimonopoli oleh negeri Perlis (1716 hektar). Sebaliknya, tanaman mangga di negeri Perak adalah seluas 264 hektar iaitu negeri keempat tertinggi selepas Sabah (1364 hektar) dan Sarawak (947 hektar). Jika diteliti dengan lebih mendalam, tanaman mangga di negeri Perak hanya direkodkan di 5 daerah iaitu Batang Padang (142 hektar), Manjung (54 hektar), Hilir Perak (35 hektar), Kinta (28 hektar), dan Bagan Datoh (5 hektar). Ini menunjukkan bahawa masih belum ada kawasan tanaman mangga yang direkodkan oleh Jabatan Pertanian Malaysia di Daerah Muar.

Berdasarkan senario tersebut, potensi penanaman pokok mangga di negeri Perak dapat ditingkatkan berikutan kepelbagaian varieti mangga seperti harumanis, chokanan, madu, dan mangga kampung. Ini memberikan peluang kepada penanaman mangga mengikut kesesuaian iklim dan pasaran setempat. Tambahan pula, pengaplikasian teknologi pertanian moden dan amalan pertanian lestari telah membuka peluang untuk peningkatan hasil dan kualiti mangga (Yiran et al., 2023). Penggunaan teknik penanaman yang baik, pengurusan penyakit dan serangga secara berkesan, serta penggunaan baja dan racun perosak yang terkawal dapat meningkatkan produktiviti dan keuntungan penanaman mangga. Lebih penting lagi, amalan pertanian lestari khususnya yang mengutamakan pemeliharaan alam sekitar akan membantu

memastikan kelestarian sumber daya tanah dan air, serta kepelbagaian biologi, yang merupakan asas kepada pertumbuhan yang mampan dalam industri pertanian (Saikanth et al., 2023).

Pengurusan Pembajaan Tanaman Mangga

Baja tanaman merujuk kepada bahan-bahan yang mengandungi nutrien yang diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhan yang sihat dan hasil yang optimum. Baja tanaman biasanya diberikan kepada tanaman untuk menyediakan nutrien yang mungkin kurang dalam tanah atau untuk meningkatkan hasil tanaman (Nadarajan & Sukumaran, 2021). Baja organik dan baja kimia adalah dua jenis baja yang sering digunakan dalam pertanian, dan kedua-duanya mempunyai ciri dan kelebihan yang berbeza. Pertama, baja organik adalah baja yang diperbuat daripada bahan-bahan organik semulajadi seperti kompos, bahan sisa tumbuhan, dan najis haiwan (Duran-Lara et al., 2020). Baja organik mengandungi nutrien yang diperlukan oleh tanaman serta bahan organik yang membantu meningkatkan struktur tanah dan aktiviti mikroorganisma tanah. Penggunaan baja organik dapat mengekalkan kelembapan tanah, mengurangkan risiko pencemaran persekitaran, dan meningkatkan kesuburan tanah dalam jangka masa yang panjang (Bhatt et al., 2019). Namun, proses pemecahan bahan organik di dalam baja organik mengambil masa yang lebih lama untuk melepaskan nutrien kepada tanaman.

Kedua, baja kimia adalah baja yang diperbuat daripada bahan-bahan kimia yang dihasilkan secara sintetik. Baja kimia biasanya mengandungi nutrien yang diperlukan oleh tanaman dalam bentuk yang mudah diambil oleh tanaman. Nutrien tersebut ialah nitrogen, (N: pertumbuhan daun dan tumbuhan hijau), fosforus (P: pembentukan akar tanaman dan perkembangan awal tanaman), dan kalium (K: pembentukan buah dan bunga dan peningkatan daya tahan tanaman) (Nadarajan & Sukumaran, 2021). Penggunaan baja kimia dapat memberi kesan yang lebih cepat berbanding baja organik, namun penggunaan baja kimia yang berlebihan boleh menyebabkan pencemaran tanah dan air, serta mengurangkan kepelbagaian biologi tanah (Markovic et al., 2021). Oleh itu, setiap jenis baja memainkan peranan yang penting dalam pertumbuhan tanaman dan keperluan nutrien tanaman harus dipertimbang secara menyeluruh untuk memastikan tanaman mendapat keperluan nutrien yang mencukupi untuk pertumbuhan optimum. Penggunaan kuantiti dos setiap jenis baja pula adalah perlu spesifik berdasarkan jenis tanaman, keperluan tanaman, dan keadaan tanah.

Bagi tanaman mangga, pembajaannya dipengaruhi oleh faktor tanah dan umur tanaman. Hal ini kerana, keperluan unsur utama tanaman mangga adalah berbeza mengikut keadaan kelembapan tanah dan umur pokok (Muhamad Hassan et al., 2022). Sebagai contoh, pembajaan tanaman mangga adalah 3 hingga 4 kali setahun pada awal dan akhir musim hujan bagi pokok yang berumur di antara 1 hingga 3 tahun. Jenis baja pula ialah baja NPK hijau dan baja organik yang berfokus pada pertumbuhan awal pokok. Sementara itu, jenis baja NPK biru dan baja organik pula digunakan pada peringkat pengeluaran bunga dan buah tanaman mangga yang ditabur selepas proses cantasan dahan pokok. Pembajaan bagi menggalakkan pembungaan dilakukan 2 bulan sebelum pembentukan putik buah dan pembajaan bagi perkembangan buah pula adalah sebulan sebelum mengutip hasil tanaman mangga. Secara keseluruhan, pemilihan antara baja organik dan baja kimia bergantung kepada keperluan tanah dan tanaman, keperluan masa, dan keutamaan alam sekitar. Kombinasi yang bijak antara kedua-dua jenis baja ini menjadi pendekatan terbaik dalam pembangunan sistem pertanian yang mampan dan menjaga kesihatan alam sekitar serta keseimbangan tanah.

Metodologi Kajian

Kajian ini dilaksanakan dengan pendekatan kuantitatif berasaskan reka bentuk eksperimen bagi menilai kesuburan tanah, corak cuaca, dan keberkesanan strategi pembajaan terhadap pertumbuhan tanaman mangga. Prosedur pengumpulan data melibatkan tiga komponen utama iaitu analisis tanah, pemantauan cuaca, dan pelaksanaan strategi pembajaan. Analisis tanah dijalankan untuk menilai status kesuburan tanah serta mengenal pasti keperluan nutrien bagi tanaman. Sampel tanah diambil pada kedalaman 1 kaki (30 cm) daripada tiga plot berbeza di kawasan penanaman mangga bagi memastikan data yang diperoleh bersifat representatif. Seterusnya, sampel tersebut dianalisis melalui ujian kimia dan fizikal. Ujian kimia melibatkan pengukuran kandungan nutrien makro dan mikro, termasuk nitrogen (N), fosforus (P), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg), di samping penentuan nilai pH tanah bagi menilai tahap keasidan atau kealkalian. Manakala, ujian fizikal merangkumi penentuan tekstur tanah, struktur tanah serta keupayaan pengekal air dan udara. Pemantauan cuaca pula dilaksanakan secara sistematik sepanjang tempoh kajian bagi merekod parameter meteorologi seperti suhu ambien, kelembapan relatif serta taburan hujan. Data ini dianalisis secara statistik deskriptif untuk mencirikan keadaan asas tanah dan iklim di kawasan penanaman mangga.

Bagi strategi pembajaan, dua rawatan dilaksanakan kepada 73 pokok mangga. Rawatan 1 melibatkan pengaplikasian Baja Organik Bioaktif Diptia dan foliar Zenfon Agro: Bio-Grow (34 pokok mangga), manakala rawatan 2 menggunakan Baja FN Rich Bio-Organik dan foliar Zenfon Agro: Bio-Grow (39 pokok mangga). Dos pembajaan yang digunakan ialah 2 kg per pokok dengan kekerapan empat kali sepanjang tempoh kajian. Data dianalisis secara analisis diskriptif awal (sebelum rawatan) yang merangkumi data garis dasar dan analisis perbandingan naratif (selepas rawatan) bagi pertumbuhan tanaman mangga. Secara keseluruhan, metodologi kajian ini dirancang bagi memastikan data yang diperoleh adalah tepat, boleh dipercayai, dan relevan untuk analisis saintifik. Gabungan pendekatan eksperimen dan pemantauan bersepadu ini dapat memberikan pemahaman menyeluruh mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi produktiviti tanaman mangga.

Dapatan Kajian dan Perbincangan

Tahap Kesuburan Tanah Kawasan Tasik Utama

Keputusan analisis sampel tanah yang dijalankan dari tiga plot berbeza di kawasan penanaman mangga iaitu tasik utama Kampus Sultan Azlan Shah, UPSI menunjukkan variasi dalam ciri-ciri fizikal dan kimia tanah yang mempengaruhi kesuburannya. Dapatan kajian bagi tahap kesuburan tanah dapat dijelaskan kepada empat parameter iaitu pH tanah dan keterlarutan elektrik (EC), kandungan organik dan nutrien, analisis mekanikal struktur tanah, dan kapasiti pertukaran kation (CEC) dan ketepuan asas (Jadual 1).

Jadual 1: Tahap Kesuburan Tanah Kawasan Tanaman Mangga

Siri Tanah	Kelembapan (%)	pH	EC (µS/cm)	Karbon Organik (%)	Jumlah Nitrogen (%)	Nisbah C/N	Jumlah P (ppm)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Na (meq/100g)	CEC (meq/100g)	Ketepuan Asas	Liat (%)	Kelodak (%)	Pasir Kasar (%)	Pasir Halus (%)
1	10.20	5.4	41	0.15	0.01	10.7	62	0.65	0.75	0.08	0.00	3.88	38.05	14	15	15	65
2	11.14	5.4	72	0.15	0.01	10.9	45	0.43	0.61	0.07	0.02	2.71	41.41	14	19	19	63
3	10.80	5.3	52	0.15	0.01	10.6	66	0.34	0.78	0.10	0.01	6.28	19.56	14	22	22	60
Min	10.71	5.4	57	0.15	0.01	10.7	58	0.47	0.71	0.08	0.01	4.29	33.01	14	19	19	63

Nilai pH tanah bagi ketiga-tiga sampel berada pada julat 5.3-5.4, menunjukkan keadaan tanah yang berasid sederhana. Tahap keasidan ini boleh menjejaskan ketersediaan nutrien tertentu seperti fosforus dan kalsium (Dewangan et al., 2024). Keterlarutan elektrik (EC) pula berbeza antara 41-72 µS/cm, dengan sampel nilai tertinggi (72 µS/cm) menjelaskan kandungan garam terlarut yang lebih tinggi berbanding sampel lain. Aras EC yang sangat rendah menunjukkan nutrien yang tersedia di dalam tanah adalah rendah (Kim & Park, 2024). Nilai kapasiti pertukaran kation (CEC) adalah berbeza antara 2.71-6.28 meq/100g, menunjukkan kapasiti tanah untuk memegang nutrien adalah rendah hingga sederhana. Ketepuan asas pula bervariasi dari 19.56-41.41%, mencerminkan peratusan tapak pertukaran kation yang diisi oleh kation asas (Ca, Mg, K, Na). Nilai di bawah 50% menunjukkan keperluan pembaikan kesuburan tanah melalui pembajaan berimbang.

Kandungan karbon organik berada pada 0.15%, menunjukkan kandungan bahan organik yang sangat rendah, sebaliknya ia adalah penting untuk struktur tanah dan aktiviti mikroorganisma (Zhang et al., 2023). Nisbah C/N (10.6-10.9) mencerminkan kadar pereputan bahan organik yang optimum untuk pembebasan nutrien. Tanah yang mempunyai peratus karbon organik yang tinggi dan boleh diklasifikasikan sebagai tanah organik perlu mempunyai nilai peratus karbon organik lebih daripada 12-18%. Jumlah fosforus (P) (45-66 ppm) dikategorikan sebagai sederhana rendah hingga sederhana tinggi. Nilai P 62-66 ppm sudah mencukupi untuk kebanyakan tanaman, tetapi pemantauan berkala diperlukan untuk mengelakkan pengumpulan berlebihan yang boleh menyebabkan pencemaran air. Kandungan kalium (K) (0.34-0.65 meq/100g) berada pada paras rendah hingga sangat rendah, dengan nilai optimum untuk kebanyakan tanaman >0.8 meq/100g. Kekurangan K boleh menjejaskan pertumbuhan akar, ketahanan penyakit, dan hasil tanaman (Ortel et al., 2024). Kandungan P dan K ini menunjukkan keperluan pembajaan tambahan bagi menyokong pertumbuhan tanaman. Kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) juga menunjukkan variasi, dengan nilai Ca (0.61-0.78 meq/100g) dan Mg (0.07-0.10 meq/100g) yang sederhana rendah, maka memerlukan pengapuran untuk meningkatkan ketersediaan tanah.

Berdasarkan analisis mekanikal atau penentuan tekstur tanah, semua sampel tanah didominasi oleh pasir halus (60-65%) dengan kandungan tanah liat (14%) dan kelodak (15-22%) yang sederhana. Struktur tanah jenis berpasir ini mempunyai pengairan yang baik tetapi kurang keupayaan mengekalkan air dan nutrien (Huntley, 2023). Walau bagaimanapun, campuran medium penanaman yang baik bagi pertumbuhan pokok dikenali sebagai tanah loam dengan ciri-ciri berikut 40% pasir: 40% kelodak: 20% tanah liat. Warna tanah yang bercampur (coklat

kuning muda 10YR 6/4 dan kelabu muda 10YR 7/2) mencerminkan ketidaksempurnaan komposisi tanah akibat aktiviti manusia seperti tapak pelupusan sampah atau tanah timbunan. Peratus kelembapan tanah bagi semua sampel berada dalam julat sederhana (10-20%), menunjukkan kelembapan yang cukup untuk pertumbuhan tanaman, tetapi tidak optimum untuk tanaman yang memerlukan air tinggi. Hal ini disebabkan oleh kandungan pasir tinggi menyumbang kepada nilai kelembapan yang sederhana kerana tanah berpasir cepat mengalirkan air. Nilai pH tanah yang berasid sederhana juga boleh menjejaskan ketersediaan air untuk tanaman. Oleh tu, dapat dijelaskan bahawa keadaan tanah di kawasan penanaman mangga adalah kering kerana mempunyai peratus kelembapan tanah yang rendah iaitu dengan nilai purata 10.71%. Nilai optimum kandungan kelembapan tanah adalah 20-60%.

Secara keseluruhan, kawasan penanaman mangga di tasik utama Kampus Sultan Azlan Shah, UPSI mempunyai profil tanah yang sangat mencabar untuk pertanian konvensional. Kandungan bahan organik adalah sangat rendah dengan nilai min 0.15% akan memburukkan lagi masalah struktur dan kesuburan biologi tanah. Status nutrien juga adalah rendah hingga sederhana, terutamanya kalium yang sangat rendah (min 0.47 meq/100g), manakala kalsium (min 0.71 meq/100g) dan magnesium (min 0.08 meq/100g) pada paras sederhana rendah. Ketandusan nutrien adalah akibat gangguan fizikal dan ketiadaan struktur tanah asal. Sementara itu, struktur tanah adalah sangat berpasir (min 63% pasir halus) menyebabkan kapasiti pegangan air dan nutrien yang sangat lemah. Saliran berlebihan turut menyukarkan pengekalakan kelembapan dan pembajaan. Ini adalah selari dengan nilai min kelembapan tanah yang rendah iaitu 10.71%, ditambah pula dengan tekstur berpasir yang cepat mengalirkan air. Keasidan pH tanah yang sederhana (min 5.4) dan tekstur berpasir juga mempengaruhi keupayaan tanah mengekalkan nutrien penting seperti fosforus dan kalsium. Kapasiti pertukaran kation (CEC) yang rendah (min 4.50 meq/100g) turut menandakan tanah tidak mampu memegang dan mengekalkan kation nutrien dengan berkesan. Oleh itu, pengapuran dan pendekatan pembajaan harus tertumpu pada peningkatan bahan organik dengan fosforus atau kalium tinggi untuk meningkatkan kesuburan tanah. Pemantauan berkala terhadap pH, CEC dan tambahan nutrien yang mudah diserap dengan kekerapan yang lebih tinggi juga diperlukan bagi memastikan pengurusan tanah yang mampan untuk pertanian.

Pola Cuaca Kawasan Tasik Utama

Data pola cuaca untuk kawasan kajian direkodkan secara menyeluruh iaitu kawasan Tanjung Malim, Perak (Mei 2024 hingga April 2025) dapat dianalisis kepada tiga kategori iaitu suhu, kelembapan dan hujan (Jadual 2). Ia dijelaskan dengan kesesuaian tanaman pokok mangga di kawasan tasik utama Kampus Sultan Azlan Shah, UPSI.

Jadual 2: Pola Cuaca Kawasan Tanaman Mangga

Bulan	Suhu Purata (⁰C)	Kelembapan Relatif Purata (%)	Jumlah Hujan (mm)	Bilangan Hari Hujan
Mei 2024	28.5	82	180	12
Jun 2024	28.2	83	210	15
Julai 2024	27.8	85	240	18
Ogos 2024	27.9	84	200	14
September 2024	28.1	83	190	13
Oktober 2024	28.3	82	220	16
November 2024	27.9	84	250	20

Bulan	Suhu Purata (⁰ C)	Kelembapan Relatif Purata (%)	Jumlah Hujan (mm)	Bilangan Hari Hujan
Disember 2024	27.5	86	280	22
Januari 2025	27.2	87	270	21
Februari 2025	27.8	85	200	15
Mac 2025	28.4	83	180	12
April 2025	28.7	81	160	10
Min	28.03	83.75	215.00	15.67

Julat suhu purata ialah 27.2-28.7°C, dengan suhu terendah pada bulan Januari (musim monsun) dan tertinggi pada bulan April (peralihan monsun). Suhu purata ini sesuai untuk pertumbuhan tanaman pokok mangga, yang memerlukan suhu antara 24–30°C untuk fotosintesis dan pembungaan yang baik. Suhu tidak jatuh di bawah 25°C (kecuali Januari: 27.2°C), mengurangkan risiko stres sejuk yang boleh menjejaskan pembuahan. Kelembapan relatif tinggi (81-87%) adalah tipikal untuk iklim tropika lembap. Situasi ini memerlukan pengurusan kelembapan yang cekap bagi pertumbuhan tanaman pokok mangga. Ini kerana kelembapan melebihi 80% boleh meningkatkan risiko penyakit kulat seperti penyakit antraknosa pada daun dan buah mangga (Ciofini et al., 2022).

Dari segi taburan hujan pula, bulan paling lembap ialah antara bulan Disember hingga Januari (monsun timur laut) dengan hujan >250mm/bulan. Jumlah hujan paling tinggi ialah pada bulan Disember (22 hari) dan paling rendah pada bulan April (10 hari). Maka, April (160mm) dan Mei (180mm) dikenal pasti sebagai bulan paling kering. Hujan melebihi 250 mm/bulan boleh menyebabkan akar tergenang jika saluran tidak baik kerana mangga sensitif kepada air berlebihan dan mudah diserang reput akar. Pada musim kering iaitu taburan hujan kurang 180 mm/bulan mungkin tidak mencukupi untuk pertumbuhan vegetatif. Maka, pengairan tambahan diperlukan terutamanya ketika fasa pembungaan dan pembentukan buah. Lebih penting lagi, pokok mangga memerlukan tempoh kering 2 hingga 3 bulan untuk merangsang pembungaan. Bulan Februari hingga April (15-10 hari hujan) dikesan sebagai tempoh yang sesuai untuk induksi bunga kerana hujan berkurangan.

Secara keseluruhan, kawasan Tanjung Malim mempunyai iklim yang sesuai untuk penanaman mangga dengan suhu min 28.03°C iaitu dalam keadaan panas dan stabil untuk menyokong pertumbuhan vegetatif sepanjang tahun. Walau bagaimanapun, aspek pengurusan air, kawalan penyakit, dan pemilihan varieti perlu diberi perhatian kerana jumlah min hujan yang sederhana (215mm) dengan pola bermusim yang ketara. Maka, kawasan penanaman perlu mempunyai sistem saluran baik di musim hujan dan menyediakan pengairan tambahan di musim kemarau. Penyakit tanaman perlu dikawal dengan penyemburan fungisida pencegahan ketika kelembapan tinggi. Pemilihan varieti mangga pula adalah dari jenis mangga tahan kulat lebih sesuai berbanding varieti sensitif sebagaimana yang ditanam di kawasan tasik utama iaitu Mangga Chokanan. Sebagai implikasi, pembajaan harus dielakkan semasa tempoh hujan lebat untuk mengurangkan kehilangan nutrien. Sebaliknya, strategi pembajaan dapat ditukar kepada pembajaan foliar sebagai nutrien tambahan yang lebih sesuai untuk diaplikasi dalam musim hujan atas faktor risiko larut lesap tinggi. Penggunaan baja organik pula dapat membantu memegang nutrien dengan lebih lama dalam tekstur tanah berpasir.

Strategi Pembajaan Efektif Berdasarkan Kesuburan Tanah dan Pola Cuaca

Berdasarkan data kesuburan tanah (kandungan P, K, Ca yang rendah; pH tanah 5.3-5.4; tekstur berpasir) dan pola cuaca (kelembapan tinggi, hujan lebat November 2024 - Januari 2025, musim kering April - Mei 2025) di Tanjung Malim, analisis keberkesanan dua strategi pembajaan menggunakan baja organik untuk tanaman mangga ialah Baja Organik Bioaktif Diptia + foliar Zenfon Agro: Bio-Grow (rawatan 1: 34 pokok) dan Baja FN Rich Bio-Organik + foliar Zenfon Agro: Bio-Grow (rawatan 2: 39 pokok). Setiap rawatan ini dibahagikan kepada lima kategori berdasarkan fizikal pokok mangga iaitu cemerlang (KC), baik (KB), sederhana (KS), lemah (KL), dan sangat lemah (KSL) (Jadual 3).

Jadual 3: Pertumbuhan Tanaman Mangga Berdasarkan Dua Rawatan Baja dan Lima Kategori Fizikal Pokok

Kategori	Bil. Daun		Bil. Pucuk		Bil. Bunga		Bil. Buah		Diameter Batang (cm)		Tinggi Pokok (cm)		Saiz Kanopi (cm)	
	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas
Cemerlang: Baja Organik Bioaktif Diptia + Foliar Zenfon Agro: Bio-Grow														
KC01	192	432	8	12	1	-	-	-	3	7	150	240	100	180
KC02	90	240	6	6	-	-	-	-	3	6	153	190	77	100
KC03	240	910	12	26	-	-	-	-	5	10	155	290	130	210
KC04	110	600	10	30	-	-	-	40	3	6	165	235	110	160
KC05	156	750	13	25	-	-	-	35	3	8	150	247	125	220
KC06	130	1200	10	40	-	3	-	36	4	7	145	240	130	210
KC07	96	540	8	18	-	-	-	-	4	9	135	280	115	200
Cemerlang: Baja FN Rich Bio-Organik + Foliar Zenfon Agro: Bio-Grow														
KC08	442	704	21	22	-	5	-	15	5	8	190	244	156	158
KC09	168	594	14	22	-	-	-	15	4	6	125	150	130	160
KC10	108	325	9	13	-	9	-	8	3	6	120	150	110	140
KC11	90	336	5	7	-	1	-	30	2	5	135	170	120	150
KC12	66	209	6	11	-	-	-	-	2	4	115	150	70	80
KC13	75	360	5	9	-	-	-	-	3	5	140	170	75	100
KC14	104	286	8	11	-	-	-	15	2	5	120	160	80	110
KC15	40	121	5	11	-	-	-	-	2	5	105	120	75	110
Baik: Baja Organik Bioaktif Diptia + Foliar Zenfon Agro: Bio-Grow														
KB01	95	161	5	7	-	-	-	-	5	6	200	260	50	80
KB02	105	371	5	7	-	-	-	-	5	6	190	230	80	120
KB03	360	990	12	22	-	-	-	-	5	6	190	260	110	150
KB04	68	315	4	7	-	-	-	-	3	4	180	200	50	100

Kategori	Bil. Daun		Bil. Pucuk		Bil. Bunga		Bil. Buah		Diameter Batang (cm)		Tinggi Pokok (cm)		Saiz Kanopi (cm)	
	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas
KB05	85	189	5	7	-	-	-	4	3	4	100	130	75	120
KB06	165	364	11	13	-	-	-	-	4	5	130	150	90	130
KB07	315	779	15	19	-	3	-	45	3	5	140	180	110	140
Baik: Baja FN Rich Bio-Organik + Foliar Zenfon Agro: Bio-Grow														
KB08	45	90	3	5	-	-	-	-	4	5	120	130	85	100
KB09	42	80	3	5	-	-	-	-	3	4	155	190	30	40
KB10	81	252	7	9	-	3	-	12	4	5	133	140	72	110
KB11	46	108	2	3	-	-	-	-	3	5	115	130	55	70
KB12	52	102	2	3	-	-	-	-	3	4	140	160	50	60
KB13	176	414	8	18	-	-	-	-	5	6	135	150	110	130
KB14	56	132	2	4	-	-	-	-	3	4	120	140	70	80
KB15	63	180	7	10	-	-	-	-	4	5	80	100	55	70
Sederhana: Baja Organik Bioaktif Diptia + Foliar Zenfon Agro: Bio-Grow														
KS01	24	88	1	2	-	-	-	-	2	3	100	120	30	40
KS02	36	110	3	5	-	-	-	-	4	5	110	130	55	90
KS03	33	162	3	6	-	7	-	20	3	4	88	100	125	160
KS04	19	40	2	2	-	-	-	-	3	3	85	100	15	20
KS05	41	198	2	3	-	-	-	-	3	3	115	150	27	30
KS06	14	25	1	1	-	-	-	-	2	3	70	100	20	40
KS07	55	308	5	14	-	-	-	-	4	5	115	160	60	90
Sederhana: Baja FN Rich Bio-Organik + Foliar Zenfon Agro: Bio-Grow														
KS08	24	136	3	6	-	1	-	-	3	4	80	100	45	60
KS09	21	80	1	4	1	-	-	-	3	5	111	160	68	80
KS10	23	53	1	1	-	-	-	-	3	4	100	130	25	30
KS11	16	39	2	3	1	-	-	-	3	4	95	130	20	40
KS12	13	22	1	1	-	-	-	-	2	2	80	90	15	30
KS13	17	32	1	1	-	-	-	-	3	4	95	120	40	50
KS14	19	99	1	3	-	-	-	-	4	5	120	170	65	100
KS15	24	100	4	10	-	1	-	-	4	5	105	140	60	80
Lemah: Baja Organik Bioaktif Diptia + Foliar Zenfon Agro: Bio-Grow														
KL01	8	21	1	1	-	-	-	-	2	3	95	110	25	30
KL02	12	27	2	3	-	-	-	-	2	2	65	70	30	40

Kategori	Bil. Daun		Bil. Pucuk		Bil. Bunga		Bil. Buah		Diameter Batang (cm)		Tinggi Pokok (cm)		Saiz Kanopi (cm)	
	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas
KL03	18	72	2	4	-	-	-	-	3	4	50	80	40	70
KL04	20	39	2	3	-	-	-	-	2	3	80	90	35	50
KL05	14	24	1	3	-	-	-	-	3	3	75	100	28	30
KL06	36	102	2	6	-	-	-	-	3	3	85	90	47	80
KL07	18	60	1	3	-	-	-	-	2	2	80	90	25	30
Lemah: Baja FN Rich Bio-Organik + Foliar Zenfon Agro: Bio-Grow														
KL08	27	45	1	1	-	-	-	-	2	3	90	120	45	60
KL09	19	31	1	1	-	-	-	-	2	2	85	100	25	30
KL10	24	80	4	10	-	-	-	-	3	4	80	100	50	70
KL11	12	40	2	4	-	1	-	-	3	4	75	90	50	60
KL12	10	42	1	3	-	-	-	-	3	4	68	100	50	70
KL13	20	112	2	4	-	-	-	-	3	4	65	100	60	70
KL14	24	66	2	6	-	-	-	-	4	5	92	100	60	90
KL15	9	36	1	3	-	-	-	-	2	3	84	100	35	50
Sangat Lemah: Baja Organik Bioaktif Diptia + Foliar Zenfon Agro: Bio-Grow														
KSL01	3	-	1	-	-	-	-	-	2	-	45	-	-	-
KSL02	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	60	-	-	-
KSL03	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	75	-	-	-
KSL04	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	90	-	-	-
KSL05	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	85	-	-	-
KSL06	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	92	-	-	-
Sangat Lemah: Baja FN Rich Bio-Organik + Foliar Zenfon Agro: Bio-Grow														
KSL07	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	50	-	-	-
KSL08	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	65	-	-	-
KSL09	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	50	-	-	-
KSL10	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	55	-	-	-
KSL11	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	50	-	-	-
KSL12	27	228	3	6	-	-	-	-	3	5	92	110	68	100
KSL13	14	39	1	3	-	-	-	-	2	3	85	90	45	50

Prestasi Baja Organik Bioaktif Diptia (rawatan 1: 34 pokok) memberi fokus pada kandungan bahan bioaktif untuk meningkatkan aktiviti mikroorganisma tanah dan membantu pereputan bahan organik yang lebih pantas dalam tanah berpasir. Ia sesuai untuk memperbaiki

ketersediaan elemen P (45-66 ppm) yang sederhana melalui pengeluaran asid organik oleh mikroba. Prestasi Baja FN Rich Bio-Organik (rawatan 2: 39 pokok) pula disesuaikan dengan keadaan tanah iaitu mempunyai kandungan K (0.34-0.65 meq/100g) dan Ca (0.61-0.78 meq/100g) yang rendah dijangka dapat dipulihkan oleh FN Rich yang kaya dengan mineral ini. Struktur tanah berpasir memerlukan bahan organik tinggi (seperti dalam FN Rich) untuk meningkatkan kapasiti pegangan air. Penggunaan foliar Zenfon Agro: Bio-Grow pula menekankan kandungan asid amino, hormon tumbesaran, dan mikro nutrien yang mempercepat penyerapan nutrien melalui daun. Ia sesuai untuk tanah berpasir dengan ciri nutrien mudah tercuci kerana semburan foliar dapat mengatasi masalah kehilangan nutrien melalui saliran. Foliar ini diaplikasi pada pagi hari (ketika kelembapan tinggi, suhu 27-29°C) untuk penyerapan optimum.

Prestasi tanaman 73 pokok mangga sebelum rawatan pembajaan dapat dijelaskan dengan hanya 3 pokok berbunga dan 4 pokok tidak berdaun, menunjukkan masalah kesuburan tanah yang serius (kekurangan nutrien, pH rendah, atau tekanan persekitaran). Prestasi tanaman selepas rawatan dianalisis berdasarkan tujuh parameter iaitu bilangan daun, bilangan pucuk, bilangan bunga, bilangan buah, diameter batang, tinggi pokok, dan saiz kanopi pokok. Berdasarkan parameter tersebut, analisis perbandingan antara Baja Organik Bioaktif Diptia + foliar Zenfon Agro: Bio-Grow (rawatan 1: 34 pokok) dan Baja FN Rich Bio-Organik + foliar Zenfon Agro: Bio-Grow (rawatan 2: 39 pokok) mempunyai kekuatan dan kelemahan tersendiri. Strategi pembajaan bagi rawatan 1 berfokus pada pemulihan tanah melalui mikroorganisma aktif dan membantu pokok berdaun semula (6 pokok berbuah menunjukkan pemulihan nutrien). Oleh itu, rawatan ini sesuai untuk tanah bermasalah iaitu rendah bahan organik. Namun, penggunaan rawatan 1 ini menunjukkan tiada peningkatan bunga kerana kekurangan nutrien bagi tujuan pembungaan seperti K/Ca. Sebaliknya, strategi pembajaan bagi rawatan 2 menunjukkan peningkatan bunga tertinggi (7 pokok) kerana FN Rich kaya dengan kalium (K) dan kalsium (Ca), nutrien kritikal untuk pembungaan. Gabungan foliar Zenfon yang mengandungi hormon tumbesaran turut dapat merangsang pembungaan. Walau bagaimanapun, peratus buah dari bunga lebih rendah (86%) berbanding Diptia (100%), mungkin disebabkan oleh kekurangan air semasa pembesaran buah dan serangan perosak pada peringkat buah muda. Selain itu, penelitian terhadap parameter bilangan daun, bilangan pucuk, diameter batang, tinggi pokok, dan saiz kanopi pokok menunjukkan peningkatan yang positif bagi kedua-dua rawatan walaupun terdapat 11 pokok yang mati (kategori sangat lemah), masing-masing bagi rawatan 1 (6 pokok) dan rawatan 2 (5 pokok).

Kesimpulan

Kesimpulannya, kajian ini berjaya mengenal pasti keberkesanan dua strategi pembajaan organik berasaskan Baja Organik Bioaktif Diptia dan Baja FN Rich Bio-Organik yang digabungkan dengan semburan foliar Zenfon Agro: Bio-Grow untuk tanaman mangga di tasik utama Kampus Sultan Azlan Shah, Universiti Pendidikan Sultan Idris. Penemuan utama kajian menunjukkan bahawa strategi pembajaan Baja FN Rich Bio-Organik + foliar Zenfon Agro: Bio-Grow memberikan hasil lebih memberangsangkan dalam merangsang pembungaan, dengan peningkatan sebanyak 133% (7 pokok berbunga) berbanding hanya 3 pokok sebelum rawatan. Kejayaan ini berkait rapat dengan kandungan kalium (K) dan kalsium (Ca) yang tinggi dalam FN Rich, yang merupakan nutrien kritikal untuk pemacu pembungaan dan ketahanan bunga. Semburan foliar turut menyumbang kepada penyerapan nutrien pantas melalui daun, terutama dalam tanah berpasir yang mempunyai kecenderungan tinggi kehilangan nutrien melalui proses larut lesap. Strategi pembajaan Baja Organik Bioaktif Diptia + foliar Zenfon Agro: Bio-Grow

pula lebih berkesan dalam memastikan peralihan bunga ke buah yang lebih konsisten, dengan 100% bunga menjadi buah (6 pokok) berbanding 86% pada rawatan Baja FN Rich Bio-Organik. Kelebihan ini disebabkan oleh aktiviti mikroorganisma bioaktif dalam Baja Organik Bioaktif Diptia yang meningkatkan ketersediaan nutrien dalam tanah dan kesihatan akar, seterusnya menyokong perkembangan buah yang lebih stabil.

Perbezaan ketara antara kedua-dua strategi pembajaan ini terletak pada fasa pertumbuhan yang disasarkan iaitu Baja FN Rich Bio-Organik unggul dalam fasa generatif (pembungaan) kerana kandungan nutrien spesifik. Manakala, Baja Organik Bioaktif Diptia lebih sesuai untuk fasa vegetatif (pertumbuhan daun dan akar) serta pemulihan pokok lemah. Implikasi praktikal daripada dapatan ini mencadangkan bahawa:

- i. gabungan kedua-dua baja dalam satu kitaran tanaman (Baja Organik Bioaktif Diptia untuk pemulihan awal dan Baja FN Rich Bio-Organik untuk pembungaan) akan menjadi strategi pembajaan efektif dan optimum untuk hasil menyeluruh.
- ii. pengurusan air perlu dititikberatkan terutamanya semasa fasa pembungaan dan pembesaran buah bagi memaksimumkan keberkesanan nutrien.
- iii. semburan foliar Zenfon Agro: Bio-Grow berperanan sebagai pelengkap kritikal, terutama dalam keadaan tanah bermasalah atau cuaca tidak menentu.

Justeru, kajian ini membuktikan bahawa pemilihan baja organik harus berdasarkan tahap pertumbuhan pokok dan keperluan nutrien spesifik. Baja FN Rich Bio-Organik sesuai untuk pekebun yang mengejar hasil buah tinggi, manakala Baja Organik Bioaktif Diptia lebih sesuai untuk pemulihan tanah jangka panjang. Gabungan kedua-duanya dengan pengurusan yang tepat berpotensi meningkatkan produktiviti pokok mangga secara holistik. Kajian lanjut dengan sampel lebih besar dan tempoh pemerhatian lebih panjang disyorkan untuk mengesahkan dapatan ini dengan menghubungkan kait dalam konteks pendidikan bagi pelajar dalam bidang Sains Pertanian. Ia dapat menyediakan peluang pembelajaran praktikal yang bernilai dalam kalangan pelajar. Aktiviti-aktiviti seperti pemilihan baja yang sesuai, penyediaan campuran tanah, dan aplikasi baja pada tanaman membolehkan pelajar memahami konsep sains dan proses pertumbuhan tanaman secara langsung. Pelajar juga dapat memahami kepentingan nutrien dalam pertumbuhan tanaman dan kesan kekurangan nutrien terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Ini membantu pelajar mengaitkan teori sains yang dipelajari di dalam bilik darjah dengan aplikasi praktikal di lapangan. Oleh itu, pembajaan tanaman bukan sahaja memberikan peluang pembelajaran yang praktikal dan aplikasi sains dalam konteks pertanian, tetapi juga membentuk kesedaran alam sekitar dan sikap kebertanggungjawaban dalam kalangan pelajar. Ia adalah topik yang penting dalam kurikulum pendidikan untuk mempersiapkan generasi masa depan dengan memahami kepentingan pertanian yang mampan dan kesan amalan pertanian terhadap alam sekitar.

Lebih menarik, kajian ini juga memainkan peranan penting dalam pengalaman pelancongan yang unik dan mendidik khususnya dalam konteks edu-pelancongan di peringkat universiti. Kajian saintifik dan teknikal pembajaan tanaman menawarkan peluang kepada komuniti setempat untuk memahami proses penting dalam pertanian. Ini membantu meningkatkan kesedaran tentang pemilihan baja yang sesuai, teknik pembajaan, dan kesan amalan pertanian terhadap alam sekitar. Selain itu, komuniti setempat juga dapat memahami nilai makanan organik, pengurangan bahan kimia dalam makanan, dan kepentingan sokongan kepada amalan pertanian lestari. Sebagai kesannya, pembajaan tanaman bukan sahaja menyediakan pengalaman pelancongan yang unik dan mendidik, tetapi juga membentuk kesedaran dan

penghargaan terhadap alam sekitar, pertanian, dan sumber makanan. Kesimpulannya, edu-
pelancongan dalam bidang pembajaan tanaman adalah cara yang berkesan untuk
mempromosikan pemahaman dan penghargaan terhadap kepentingan pertanian dan kelestarian
alam sekitar dalam kalangan komuniti setempat.

Penghargaan:	Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Pendidikan Sultan Idris atas sokongan dan kemudahan yang diberikan sepanjang kajian ini dijalankan.
Penyataan Pembiayaan:	Kajian ini menerima sokongan kewangan daripada Universiti Pendidikan Sultan Idris [Skim Geran Penyelidikan Strategik (Translational – Fruit Valley)] di bawah Nombor Geran 2024-0018-106-01.
Pernyataan Konflik Kepentingan:	Penulis mengisytiharkan bahawa tiada konflik kepentingan berkaitan penerbitan kertas kerja ini. Semua penulis telah menyumbang kepada kajian ini dan telah meluluskan versi akhir manuskrip untuk penyerahan kepada Journal of Tourism, Hospitality and Environment Management (JTHEM).
Pernyataan Etika:	Kajian ini tidak melibatkan sebarang responden manusia, haiwan, atau data sensitif yang memerlukan kelulusan etika. Penulis mengesahkan bahawa penyelidikan ini telah dijalankan selaras dengan prinsip integriti akademik dan piawaian etika penerbitan yang diterima umum.
Pernyataan Sumbangan Penulis:	Semua penulis telah menyumbang secara signifikan terhadap pembangunan manuskrip ini. Anizah Mohd Salleh bertanggungjawab terhadap pengkonsepan, metodologi dan penyeliaan keseluruhan kajian. Ahmad Azam Abdul Somad dan Mohamad Alif Nasnawi Abdullah mengendalikan pengumpulan data, analisis serta tafsiran dapatan kajian. Faizah Abu Kassim dan Shafeeqa Shahrudin menyumbang kepada sorotan literatur, penyediaan draf, dan semakan kritikal manuskrip. Semua penulis telah membaca dan meluluskan versi akhir manuskrip sebelum penyerahan.

Rujukan

- Ashitha, A., Rakhimol, K. R., & Mathew, J. (2021). Fate of the conventional fertilizers in environment. In *Controlled Release Fertilizers for Sustainable Agriculture* (pp. 25–39). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819555-0.00002-9>
- Bhatt, M. K., Labanya, R., & Joshi, H. C. (2019). Influence of Long-term Chemical fertilizers and Organic Manures on Soil Fertility - A Review. *Universal Journal of Agricultural Research*, 7(5), 177–188. <https://doi.org/10.13189/ujar.2019.070502>
- Ciofini, A., Negrini, F., Baroncelli, R., & Baraldi, E. (2022). Management of Post-Harvest Anthracnose: Current Approaches and Future Perspectives. *Plants*, 1856(11). <https://doi.org/10.3390/plants11141856>
- Deori, M., Manasa, S., Kakade, P. B., Saikanth, D. R. K., Ranganna, G., Deshmukh, R. N., Homeshvari, & Prasad, L. (2024). A Comprehensive Review on the Impact of Climate Change on Fruit Yield and Quality in Modern Horticultural Practices. *International Journal of Plant & Soil Science*, 36(1), 177–187. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2024/v36i14348>
- Dewangan, S. K., Kashyap, N., Tigga, D., & Tirkey, N. (2024). The Role of Physico-Chemical Properties in Soil Functionality: A Literature Review. *EPRA International Journal of Research and Development (IJRD)*, 9(12). <https://doi.org/10.36713/epra2016>
- Duran-Lara, E. F., Valderrama, A., & Marican, A. (2020). Natural Organic Compounds for Application in Organic Farming. *Agriculture*, 10(41). <https://doi.org/10.3390/agriculture10020041>
- Huntley, B. J. (2023). Soil, Water and Nutrients. In *Ecology of Angola Terrestrial Biomes and Ecoregions*. Springer.
- Jabatan Pertanian Malaysia. (2022). *Statistik Tanaman Buah-buahan Malaysia 2022*. <http://www.doa.gov.my/>
- Kim, H. N., & Park, J. H. (2024). Monitoring of soil EC for the prediction of soil nutrient regime under different soil water and organic matter contents. *Applied Biological Chemistry*, 67(1). <https://doi.org/10.1186/s13765-023-00849-4>
- Kissel, D. E., Bock, B. R., & Ogles, C. Z. (2020). Thoughts on acidification of soils by nitrogen and sulfur fertilizers. *Agrosystems, Geosciences and Environment*, 3(e20060). <https://doi.org/10.1002/agg2.20060>
- Markovic, M., Sostaric, J., Josipovic, M., & Atilgan, A. (2021). Extreme weather events affect agronomic practices and their environmental impact in maize cultivation. *Applied Sciences*, 11(7352). <https://doi.org/10.3390/app11167352>
- Martinez-Feria, R., Nichols, V., Basso, B., & Archontoulis, S. (2019). Can multi-strategy management stabilize nitrate leaching under increasing rainfall? *Environmental Research Letters*, 14(124079). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab5ca8>
- Muhamad Hassan, M. H., Mohamad Sabdin, Z. H., Nor Danial, N. D., Wan Ibrahim, W. M., & Ahmad, A. M. (2022). Pakej teknik dan penyelenggaraan cantuman dewasa mangga Harumanis untuk pengeluaran hasil yang tinggi dan berkualiti. *Buletin Teknologi MARDI Bil. 34, 34*, 1–16.
- Nadarajan, S., & Sukumaran, S. (2021). Chemistry and toxicology behind chemical fertilizers. In *Controlled Release Fertilizers for Sustainable Agriculture* (pp. 195–229). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819555-0.00012-1>
- Ortel, C. C., Roberts, T. L., & Rupe, J. C. (2024). A review of the interaction between potassium nutrition and plant disease control. *Agrosystems, Geosciences and Environment*, 7. <https://doi.org/10.1002/agg2.20489>

- Rahman, S. M. E., Mele, M. A., Lee, Y. T., & Islam, M. Z. (2021). Consumer Preference, Quality, and Safety of Organic and Conventional Fresh Fruits, Vegetables, and Cereals. *Foods*, 105(10). <https://doi.org/10.3390/foods10010105>
- Saikanth, D. R. K., Supriya, Singh, B. V., Rai, A. K., Bana, S. R., Sachan, D. S., & Singh, B. (2023). Advancing Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review for Optimizing Food Production and Environmental Conservation. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(16), 417–425. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i163169>
- Tibbett, M., Gil-Martínez, M., Fraser, T., Green, I. D., Duddigan, S., De Oliveira, V. H., Raulund-Rasmussen, K., Sizmur, T., & Diaz, A. (2019). Long-term acidification of pH neutral grasslands affects soil biodiversity, fertility and function in a heathland restoration. *Catena*, 180, 401–415. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.03.013>
- Yiran, G. A. B., Ablo, A. D., & Asem, F. E. (2023). Is mango farming sustainable? An integrated analysis of remote sensing techniques and smallholder farmers' perception in mango farming communities in Ghana. *Ghana Social Science Journal*, 20(1), 71–96.
- Zhang, X., Li, D., Liu, Y., Li, J., & Hu, H. (2023). Soil organic matter contents modulate the effects of bacterial diversity on the carbon cycling processes. *Journal of Soils and Sediments*, 23, 911–922. <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03336-3>